

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU ⁽¹¹⁾ 121 377 ⁽¹³⁾ U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G01T 1/00 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.05.2016)
Пошлина: учтена за 1 год с 11.05.2012 по 11.05.2013

(21)(22) Заявка: [2012119357/28](#), 11.05.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.05.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.05.2012

(45) Опубликовано: [20.10.2012](#) Бюл. № 29

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности,
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Шульгин Борис Владимирович (RU),
Ищенко Алексей Владимирович (RU),
Гадельшин Вадим Маратович (RU),
Шутов Олег Николаевич (RU),
Благовещенский Михаил Николаевич
(RU),
Гребняк Валерий Григорьевич (RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU),
Больных Вячеслав Александрович (RU),
Зыков Павел Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

(54) ДЕТЕКТОР НЕЙТРОНОВ

(57) Реферат:

Использование: для дистанционного радиационного контроля и обнаружения источников нейтронов широкого спектра энергий, особо источников нейтронов на основе делящихся материалов и изделий из них при решении профессиональных задач службами Госатомнадзора и МЧС, а также службами специального технического контроля и радиационной разведки с использованием морских и воздушных носителей.

Сущность: Детектор нейтронов, содержащий размещенные в едином корпусе параллельно друг другу газоразрядные ³He-счетчики и замедлитель нейтронов из водородсодержащего материала, выполненный в виде составного полого цилиндра, состоящего из прижатых друг к другу полуцилиндров, причем газоразрядные счетчики размещены на их внешней стороне в один или два слоя вокруг боковой поверхности каждого из полуцилиндров, содержащий размещенный между полуцилиндрами замедлителя отражатель-размножитель нейтронов, изготовленный в виде двухслойной пластины, состоящей из слоя тяжелого металла и слоя бериллийсодержащего материала, а также содержащий модуль управления и обработки сигналов, дополнительно содержит внешний отражатель нейтронов тепловых и резонансных энергий в виде ферромагнитного зеркала-экрана из намагниченных ферромагнитных монокристаллов, закрепленный на установленном

внутри детектора по его оси цилиндрическом стержне с возможностью поворота вокруг него.

Технический результат: повышение чувствительности и обнаружительной способности детектора, повышение дальности обнаружения источников нейтронов, то есть повышение дальности обнаружения делящихся материалов и изделий из них.

Заявляемая полезная модель детектора нейтронов относится к области дистанционного радиационного контроля делящихся материалов (ДМ) и изделий из них. Предлагаемая полезная модель детектора нейтронов пригодна для использования в стационарных и мобильных комплексах дистанционного радиационного контроля автомобильного, морского, корабельного и вертолетного базирования, предназначенных для поиска и обнаружения ДМ и изделий из них, а также для поиска и обнаружения нейтронных источников других типов.

Известен детектор нейтронов и гамма-лучей (патент РФ №96107590 от 27.07.1998 г. МПК G01T 1/00, 3/06 авторы Б.В.Шульгин, Д.Б.Шульгин, Л.В.Викторов и др., заявитель УГТУ-УПИ (ныне УрФУ); патент РФ №2207592 от 27.06.2003 г. заявитель НПЦ «Аспект»), содержащий блок (набор) газоразрядных ^3He -счетчиков и замедлитель нейтронов из водородосодержащего материала, а также модуль управления и обработки сигналов. Однако известный детектор, имеющий в качестве чувствительных элементов газоразрядные ^3He -счетчики, способные регистрировать только тепловые нейтроны, обладает недостаточно высокой чувствительностью и эффективностью регистрации нейтронов широкого спектра энергий, испускаемых делящимися материалами (область спектра нейтронов деления $0,3 \div 10$ МэВ, основная энергетическая группа нейтронов спектра деления приходится на область $2,5 \div 4$ МэВ).

Известен детектор нейтронов сцинтилляционного типа (патент США №4482808). Детектор содержит однокристалльный сцинтиллятор и блок обработки информации. Однако чувствительность нейтронных детекторов сцинтилляционного типа гораздо ниже (в 4-5 раз) чувствительности нейтронных детекторов на основе газоразрядных ^3He -счетчиков. Известный сцинтилляционный детектор нейтронов имеет невысокую эффективность регистрации нейтронов спектра деления.

Известен детектор нейтронов на основе ^6Li -силикатного стеклянного сцинтиллятора (патент РФ №2272301, МПК G01T 1/00, 1/20, 3/06, авторы Д.В.Райков, Б.В.Шульгин, В.И.Арбузов и др., опубл. 20.03.2006 г. Бюл. №8), включающий, кроме сцинтиллятора, замедлитель нейтронов, фотоприемное устройство и блок обработки информации. Однако для известного детектора эффективность регистрации тепловых нейтронов, определяемая сечением реакции $^6\text{Li} (n, \alpha) ^3\text{H}$, равным 940 барн, невысокая по сравнению с чувствительностью детекторов на основе газоразрядных ^3He -счетчиков, для которого сечение захвата тепловых нейтронов около 4000 барн. Из-за того, что быстрые и промежуточные нейтроны таким детектором не регистрируются, а сечение захвата тепловых нейтронов невысоко, эффективность регистрации нейтронов широкого спектра энергий, испускаемых ДМ, для известного детектора невысокая.

Известен детектор нейтронов, пригодный для обнаружения делящихся материалов, с использованием стационарных и мобильных комплексов дистанционного радиационного контроля различного базирования (патент РФ №100294 на полезную модель, авторы Б.В.Шульгин, М.Н.Благовещенский, О.Н.Шутов и др. МПК G01T 1/00, 1/20, 3/06, опубл. 10. 12. 2010 г. Бюл. №34), содержащий размещенные в едином корпусе параллельно друг другу газоразрядные ^3He -счетчики и замедлитель нейтронов из водородсодержащего материала, выполненный в виде составного полого цилиндра, состоящего из прижатых друг к другу полуцилиндров, причем газоразрядные счетчики располагаются на их внешней стороне в один или два слоя вокруг боковой поверхности каждого из полуцилиндров, а также содержащий модуль управления и обработки сигналов, состоящий из двух блоков, каждый из которых связан с ^3He -газоразрядными счетчиками, принадлежащими соответственно первому и второму полуцилиндрам замедлителя. Однако известный детектор нейтронов на базе ^3He -счетчиков, способный регистрировать только тепловые нейтроны, обладает недостаточно высокой чувствительностью и эффективностью регистрации нейтронов спектра деления, поскольку значительная часть быстрых и промежуточных нейтронов первичного потока нейтронов, испускаемых делящимися материалами, остающаяся в анализируемом потоке нейтронов в зоне контроля, таким детектором не чувствуется и не регистрируется.

Наиболее близким к заявляемому является детектор нейтронов (патент РФ на полезную модель RU №113024 U1; Шульгин Б.В., Зыков П.Г., Ищенко А.В. и др.;

детектор нейтронов, МПК G01T 1/20, заявлено 26.09.2011, опубл 27.01.2012. Бюл. №3.) содержащий размещенные в едином корпусе параллельно друг другу газоразрядные ^3He -счетчики и замедлитель нейтронов из водородсодержащего материала, выполненный в виде составного полого цилиндра, состоящего из прижатых друг к другу полуцилиндров, причем газоразрядные счетчики располагаются на их внешней стороне в один или два слоя вокруг боковой поверхности каждого из полуцилиндров, а также содержащий модуль управления и обработки сигналов, который дополнительно содержит (размещенный между полуцилиндрами замедлителя) отражатель-размножитель нейтронов, изготовленный в виде двухслойной пластины, состоящей из слоя тяжелых металлов и слоя бериллийсодержащего материала в виде металлического бериллия или керамического оксида бериллия. Слой из нержавеющей стали служит отражателем для быстрых нейтронов, а слой из керамического оксида бериллия служит множителем для быстрых ($>2,5$ МэВ) нейтронов вследствие ($n, 2n$)-реакции и одновременно служит отражателем для тепловых нейтронов.

Однако определенная доля нейтронов тепловых и резонансных энергий выходит (вследствие процессов рассеяния) за внешние границы чувствительного объема известного детектора, не возвращается назад и не регистрируется (информация об этой доле нейтронов теряется), что снижает чувствительность и соответственно обнаружительную способность детектора.

Задачей предлагаемой полезной модели является разработка детектора нейтронов на базе ^3He -счетчиков, обладающего более высокой чувствительностью к потокам нейтронов широкого спектра энергий при поиске делящихся материалов и изделий из них.

Задача решается за счет того, что детектор нейтронов, содержащий размещенные в едином корпусе параллельно друг другу газоразрядные ^3He -счетчики и замедлитель нейтронов из водородсодержащего материала, выполненный в виде составного полого цилиндра, состоящего из прижатых друг к другу полуцилиндров, причем газоразрядные счетчики размещены на их внешней стороне в один или два слоя вокруг боковой поверхности каждого из полуцилиндров, содержащий размещенный между полуцилиндрами замедлителя отражатель-размножитель нейтронов, изготовленный в виде двухслойной пластины, состоящей из слоя тяжелого металла и слоя бериллийсодержащего материала, а также содержащий модуль управления и обработки сигналов, дополнительно содержит внешний отражатель нейтронов тепловых и резонансных энергий в виде ферромагнитного зеркала-экрана из намагниченных ферромагнитных монокристаллов, закрепленный на установленном внутри детектора по его оси цилиндрическом стержне с возможностью поворота вокруг него.

Схема предлагаемого детектора нейтронов, функционирующего в вертикальном положении, приведена на Фиг.1 с указанием основных элементов: размещенные в едином корпусе (корпус на Фиг.1 не показан) параллельно друг другу газоразрядные ^3He -счетчики 1, замедлитель нейтронов 2 из водородсодержащего материала с цилиндрической полостью 3, выполненный в виде составного полого цилиндра, состоящий из двух прижатых друг к другу полуцилиндров, удерживаемых с помощью элементов крепежа 4 причем газоразрядные счетчики располагаются на внешней стороне полуцилиндров в один слой (для данного примера), дополнительный отражатель-размножитель нейтронов 5. Набор газоразрядных ^3He -счетчиков может содержать от 10 (и менее) до 24 (и более) счетчиков. На Фиг.1 в качестве примера показан однослойный блок из 18 ^3He -счетчиков, прижатых к замедлителю с помощью элементов крепежа 4.

Отражатель-размножитель нейтронов 5 в приведенном примере изготовлен в виде двухслойной пластины, состоящей из слоя нержавеющей стали, а также слоя металлического бериллия или слоя керамического оксида бериллия. Дополнительный внешний отражатель 6 в виде ферромагнитного зеркала-экрана в форме полуцилиндра (представляющий собой отражатель нейтронов тепловых и резонансных энергий), изготовлен из намагниченных ферромагнитных монокристаллов, например, сплава Co-Fe. Отражатель 6 закреплен на установленном внутри детектора по его оси цилиндрическом стержне 7 с помощью втулки 8 и элементов крепежа, выполненных в виде шести стерженьков 9 (на Фиг.1 показаны 4 стерженька) Модуль управления и обработки сигналов состоит из двух блоков 10 и 11. Для отражателя 6 из ферромагнитных материалов, закрепленного на стержне 7, обеспечена возможность поворота по направляющей 13, выполненной в виде паза.

Схема предлагаемого детектора нейтронов, функционирующего в горизонтальном положении, приведена на Фиг 2. Обозначения те же, что и на Фиг.1. Вместо платформы 12 с пазом 13 (Фиг.1), используют крепежный элемент 14 для подвеса.

Для работы предлагаемый детектор нейтронов помещают в поле нейтронного излучения, Фиг.3, создаваемого делящимися материалами или другими нейтронными источниками, подлежащими обнаружению. Предлагаемый детектор работает следующим образом. Тепловые нейтроны от источника нейтронов (ДМ) спектра деления (0,3-10 МэВ, замедлившиеся до тепловых энергий 0,0253 эВ, непосредственно регистрируются газоразрядными ^3He -счетчиками. Роль элементов (слоев) отражателя-замедлителя сводится к следующему. Слой бериллийсодержащего материала, во-первых, увеличивает плотность потока группы быстрых нейтронов, имеющих энергию $E > 2,5$ МэВ в 2 раза вследствие реакции $(n, 2n)$ и соответственно увеличивает долю нейтронов, мигрирующих в тепловую группу, то есть увеличивает эффективность регистрации первичных нейтронов спектра деления. Кроме того, металлический бериллий или его оксид являются идеальными отражателями для тепловых нейтронов и возвращают значительную часть тепловых нейтронов в зону действия ^3He -счетчиков, что также увеличивает эффективность регистрации исходных, первичных нейтронов спектра деления, испускаемых делящимися материалами. Слой отражателя-размножителя из тяжелых металлов (в приведенном примере из нержавеющей стали) вызывает эффективное отражение быстрых нейтронов первичного потока, их возврат в зону действия замедлителя из водородсодержащего материала, для последующего замедления до тепловых энергий, возврат и регистрацию в зоне действия ^3He -счетчиков и так же, как и в случае прототипа, повышает эффективность регистрации нейтронов спектра деления.

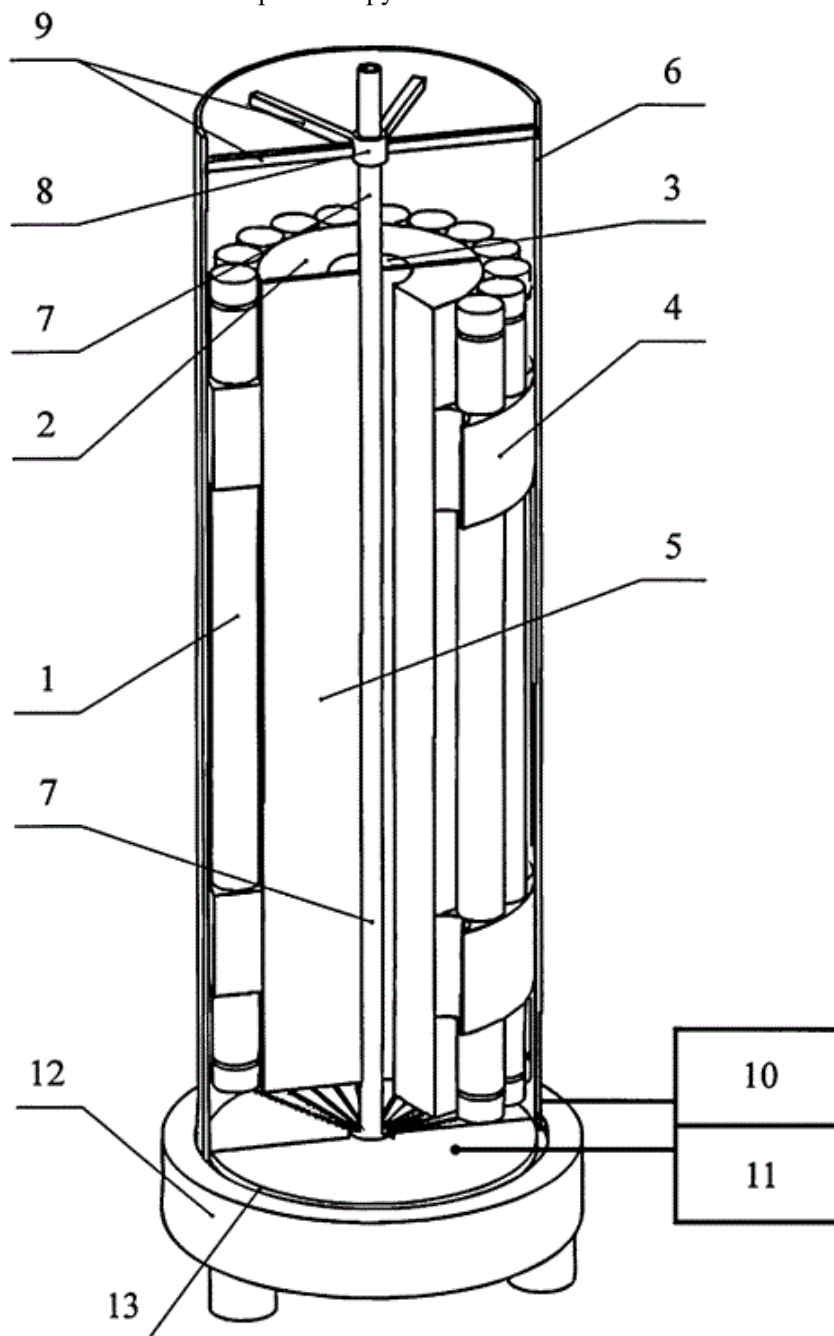
Дополнительный внешний отражатель нейтронов тепловых и резонансных энергий в виде ферромагнитного зеркала-экрана, изготовленного из сплава Co-Fe или Sm-Co, улавливает часть нейтронов тепловых и резонансных энергий, которые вследствие процессов рассеяния вышли за внешние границы чувствительного объема детектора и возвращает их назад. Ферромагнитное зеркало-экран позволяет изменять амплитуду когерентного магнитного рассеяния нейтронов от нуля до некоторой максимальной величины, то есть позволяет подобрать такое брегговское отражение и величину намагниченности, чтобы ядерная и магнитная амплитуды рассеяния оказались равными. Тогда для нейтронов со спином, антипараллельным направлению намагниченности, суммарная амплитуда рассеяния равна нулю. То есть под углом Брегга (для ферромагнитного экрана-отражателя 6, установленного на платформе 12 имеется возможность подстройки под оптимальный угол Брегга путем поворота экрана-отражателя по выполненной в виде паза направляющей 13) отразится пучок нейтронов со спинами, параллельными намагниченности, что выполняется для нейтронов тепловых и резонансных энергий. (Физический энциклопедический словарь под редакцией А.М.Прохорова. М. Советская энциклопедия. 1983. стр.577). Отражение части нейтронов под углом Брегга и возврат их в зону чувствительного объема детектора дополнительно увеличивает чувствительность и соответственно обнаружительную способность детектора по оценке на 30-45%.

Предлагаемый детектор нейтронов (вследствие увеличения эффективности регистрации нейтронов широкого спектра энергий обеспечивает новый технический результат: повышение чувствительности и соответственно обнаружительной способности детектора, а также повышение дальности обнаружения источников нейтронов широкого спектра энергий в виде делящихся материалов и изделий из них.

Формула полезной модели

Детектор нейтронов, содержащий размещенные в едином корпусе параллельно друг другу газоразрядные ^3He -счетчики и замедлитель нейтронов из водородсодержащего материала, выполненный в виде составного полого цилиндра, состоящего из прижатых друг к другу полуцилиндров, причем газоразрядные счетчики размещены на их внешней стороне в один или два слоя вокруг боковой поверхности каждого из полуцилиндров, содержащий размещенный между полуцилиндрами замедлителя отражатель-размножитель нейтронов, изготовленный в виде двухслойной пластины, состоящей из слоя тяжелого металла и слоя бериллийсодержащего материала, а также содержащий модуль управления и обработки сигналов, отличающийся тем, что он дополнительно содержит внешний отражатель нейтронов тепловых и резонансных энергий в виде ферромагнитного зеркала-экрана из намагниченных ферромагнитных монокристаллов, закрепленный на установленном внутри детектора по его оси цилиндрическом стержне с

возможностью поворота вокруг него.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

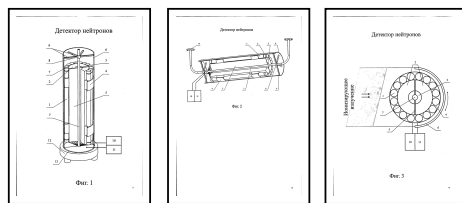
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **12.05.2013**

Дата публикации: [10.04.2014](#)